مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (37) العدد (2) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (37) No. (2) 2015

أثر تعريف حادث الهطول المطري في خصائص الهطول

وائل عبد الرزاق غدا *

(تاريخ الإيداع 1 / 3 / 2015. قُبِل للنشر في 30/ 3 / 2015)

□ ملخّص □

يزداد الاهتمام بالأبحاث المتعلقة بالهطولات المطرية مع تطور أساليب قياسها وتحديد خصائصها، وبات من الضروري التوصل إلى أسس وقواعد مشتركة عند البحث في علاقة الهطول المطري بالظواهر المناخية وتأثير خصائص الهطولات في النشاطات البشرية المتنوعة، ومن أولى هذه الأسس تحديد مفهوم مشترك لحادث الهطول المطري. تم في هذا البحث تجميع قياسات الهطول المطري التي تم تسجيلها باستخدام القائس المكيالي العادي **Rain Gauge** والقائس الليزري للتوزع الحبي **Disdrometer** في فرايزينغ جنوب ألمانيا في صيف 2009 بهدف تحديد أثر التعريف المعتمد للهطول المطري على خصائص الهطول. تم اختيار أربعة تعاريف لحادث الهطول المطري بناءً على مجموعة من المعايير تتعلق بمواصفات أجهزة القياس وتمت مقارنة التعاريف الأربعة بناءً على عدد حوادث الهطول المطري وفق كل تعريف والزمن الوسطي للهطول وشدة الهطول وكمية الهطول وعدد حبات المطر المسجلة في مجموع الهطولات والمجموع الكلي لحجم الهطولات. تم في نهاية البحث اقتراح تعريف لحادث الهطول المطري يستغل الدقة التي يوفرها القائس الليزري.

الكلمات المفتاحية: هيدرولوجيا، تعريف حادث الهطول المطري، قياس الهطول، ديسدروميتر

*ماجستير – الهندسة المائية– جامعة دمشق– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (37) العدد (2) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (37) No. (2) 2015

Rain Event Definition Influence on Precipitation Properties

Wael Abdulrazzak Ghada*

(Received 1 / 3 / 2015. Accepted 30 / 3 / 2015)

□ ABSTRACT □

Raising number of researches dealt with precipitation properties especially after the recent advances in measurement techniques and devices. It is becoming essential to reach a common understanding of rain event when addressing the relation of rain properties with different climate patterns and its influence on variety of human activities. The aim of this research is to present a suitable rain event definition that would serve future research in this field. Data was acquired in Freising south of Germany in the summer of 2009. Four event definitions were generated then compared according to rain properties obtained by the disdrometer and the rain gauge, These properties included event count per definition, mean event duration, mean event rain intensity, mean event rain amount, total rain amount and total number of drops. One definition proved to be more suitable than the others exploiting the disdrometer precession.

Keywords: Hydrology, Rain Event Definition, Rain measurement, Disdrometer.

* **M.Sc. in Water Engineering, Damascus University, Syria.**

مقدمة:

اتجه اهتمام الباحثين في العقود الأخيرة إلى دراسة ومتابعة الخصائص المناخية المحلية والإقليمية لرصد التغيرات التي تطرأ عليها في سياق التغيرات المناخية العالمية ولتوظيف هذه الدراسات لاحقاً في السياسات العامة للدول والمنظمات والأفراد. ترافق ذلك مع تطور موازٍ في أجهزة القياس والاستشعار عن بعد حيث تمّ الاعتماد في هذا الإطار على أحدث ما توصل إليه العلم من تجهيزات سواء على المستوى الإقليمي والعالمي من خلال الأقمار الصناعية أو على المستوى المحلي من خلال محطات القياس المحلية والمتوفرة المنتشرة في جميع أنحاء العالم، ويتم تجميع هذه البيانات بشكل دائم في المراكز البحثية المختصة لضمان استمرار المراقبة للتغيرات المناخية المحلية والإقليمية واستكشاف العلاقات بينها.

إلا أن واحدةً من المشكلات التي ظهرت لاحقاً هي الصعوبة في مقارنة الأبحاث والنتائج المنجزة بسبب الاختلاف في الاصطلاحات والتعاريف المعتمدة لبعض الظواهر ومنها تعريف الحادث المطري والذي قد يرجع في بعض الأحيان لظروف ذاتية تتعلق بالباحث أو لظروف موضوعية تتعلق بخصائص أجهزة القياس والاختلافات في طبيعة الحادث المطري تبعاً لاختلاف منطقة الدراسة. والغاية الأساسية من وجود مفهوم مشترك لحادث الهطول المطري هو توفير إمكانية إجراء المقارنة بين نتائج الأبحاث التي يتم إجراؤها في ظروف مكانية وزمانية مختلفة. حيث لا يمكن إجراء مثل هذه المقارنات بدون وجود أرضية مشتركة تتمثل بقاعدة عامة تحدد تعريف حادث الهطول المطري. ومن الجدير بالذكر أن أجهزة القياس المطري الحديثة باتت أكثر تطوراً بغرض تحديد خصائص إضافية للهطول كسرعة سقوط حبات المطر والتوزع الحبي لها وتحديد نوع الهطول آلياً، فلم يعد كافياً أن تقتصر القياسات على تحديد كمية الهطول الكلي والتي تعتبر الخطوة الأولى في أعمال تقدير الموازنة المائية لأية منطقة فالخصائص الإضافية للهطول تستخدم في تحديد طاقة اصطدام حبات المطر بالتربة والتي تعتبر من أهم المركبات المؤثرة في ظاهرة الحت وجرف التربة [1]، إضافةً لأعمال معايرة القياسات المطرية المأخوذة عن طريق الأقمار الصناعية [2].

يوجد عدة تعاريف لحادث الهطول المطري وردت في الأبحاث السابقة فهو على سبيل المثال تبعاً لـ (Acreman 1990) فترة زمنية مكونة من تتالي هطولات مطرية غير منقطعة ولا ينخفض أي منها إلى قيمة الصفر"[3] وفي تعريف آخر أكثر تشدداً قدمه (Dunkerly 2008) [4] هو "تسلسل لعواصف أو أحداث تكون بدايتها ونهايتها عبارة عن فترات زمنية ذات قيمة صغرى معتمدة (MIT: Minimum Inter-event Time) يكون الهطول فيها معدوماً"، وفي مقاربة أخرى تم اعتماد خصائص الجهاز المستخدم في قياس الهطول المطري لتعريفه بأنه "تتالي فترات زمنية تتضمن قياسات بدون انقطاع باستخدام الجهاز المعتمد وباعتبار كل فترة زمنية هي الفترة التي يستغرقها الجهاز لإعطاء قراءة واحدة" [5]، وتوجد في الواقع العديد من الدراسات التي تتناول خصائص الهطول المطري دون ذكر الطريقة التي تم اعتمادها لتعريف حادث الهطول المطري.

إن المشكلة التي يطرحها البحث هي وجود تأثير للأدوات المستخدمة في قياس الهطول المطري والتعريف المعتمد لحادث الهطول المطري في الخصائص المميزة للهطول ومن الممكن أن يتسبب عدم عزل هذا التأثير عند القيام بدراسات مستقبلية بظهور نتائج وهمية للعلاقة بين خصائص الهطول المطري وأية ظاهرة مدروسة، ومن غير الممكن إجراء مقارنة فعالة لخصائص الهطول المطري المتعلقة بظاهرة ما في عدة دراسات من دون وجود تعريف مشترك بينها لحادث الهطول المطري، وبالتالي فإن **الغاية من البحث هي** عرض الاختلاف في خصائص الهطولات

المطرية الممكن الحصول عليها باختلاف التعريف المعتمد لحادث الهطول المطري. والتوصل لتوصيات تتعلق بتحديد مفهوم مشترك لحادث الهطول المطري يمكن اعتماده في الأبحاث المستقبلية.

طرائق البحث ومواده:

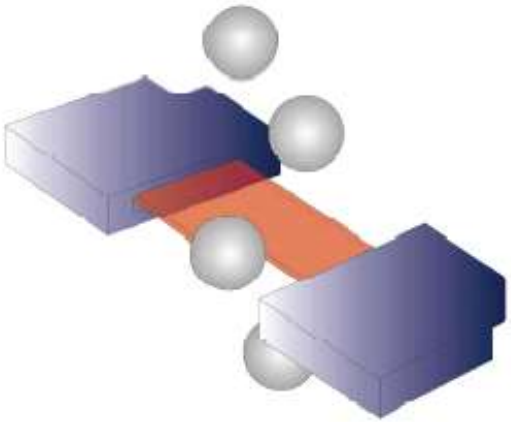
1- أدوات البحث:

تم اعتماد بيانات مأخوذة من محطة قياس مناخية تتضمن عدداً من أجهزة القياس تؤمن الحصول على بيانات حرارة الهواء والرطوبة النسبية والمطلقة والضغط الجوي والإشعاع الشمسي والكلي واتجاه الرياح وسرعتها إضافةً إلى كمية الهطول المطري باستخدام المقياس المكيالي التقليدي Rain Gauge إضافةً إلى بيانات جهاز الديسدروميتر Disdrometer وهو يعطي صورة عن توزع قياسات حبات الهطول المطري عن طريق تسجيل عدد الحبات التي تسقط في فترة القياس المعتمدة والواقعة في مجالات محددة من الأبعاد والسرعات. يتم معايرة الجهاز باستخدام كرات معدنية ذات أبعاد معروفة يتم إسقاطها بسرعات معروفة في مجال القياس، وتوضح الأشكال (1-2-3) آلية عمل الديسدروميتر.

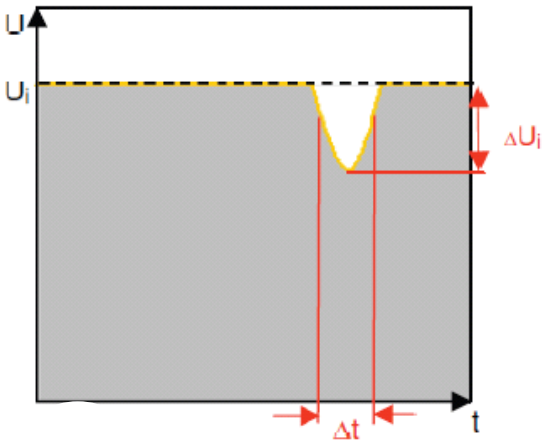
تم اختيار قاعدة بيانات للهطول المطري مقاسة في الفترة بين (2009/04/01) و (2009/10/31) في فرايزينغ – بالقرب من مطار ميونخ – ألمانيا على ارتفاع 476 م عن سطح البحر عند الاحداثيات:

48° 42' 4".613 شرقاً 11° 43' 10" .92

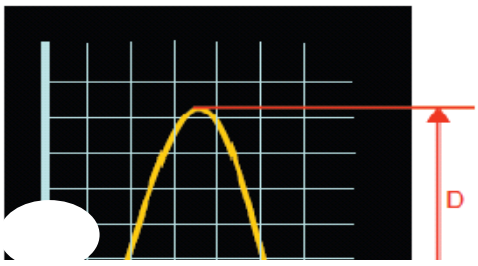
شمالاً . تم تسجيل البيانات بفاصل زمني مقداره 10 دقائق بالتزامن بين المحطة المناخية والديسدروميتر حيث تضمنت بيانات المحطة المناخية لكل فاصل زمني ما يلي:



شكل 1: يقوم الطرف المرسل بإصدار شعاع افقي يتم تلقيه عند الطرف المستقبل وتحويله إلى إشارة كهربائية [7]



شكل 2: يتغير شكل الإشارة الكهربائية التي يتم استقبالها عند كل مرور لجسم ما "مطر أو ثلج أو بَرَد أو حشرات" في نطاق القياس. [7]



شكل 3: يتناسب الانخفاض في قوة الإشارة الكهربائية مع قطر حبة المطر أو الجسم العابر لمنطقة القياس، ويمكن بمعرفة زمن الانخفاض في شدة الإشارة استنتاج سرعة الهطول. [7]

التاريخ – الوقت – حرارة الهواء – الرطوبة النسبية – اتجاه الرياح – سرعة الرياح – كمية الهطول.

أما الديسدروميتر فقد تضمنت بياناته لكل فاصل زمني 32 مجالاً لأقطار حبات المطر و 32 مجالاً لسرعة السقوط ويتم تسجيل البيانات باستخدام مصفوفة تتضمن 32*32 خلية لتمثيل كل احتمالات سرعة السقوط مع مجالات أقطار الحبات المطرية ويسجل في كل 10 دقائق عدد حبات المطر المقابلة لكل احتمال من ال 1024 خلية الواقعة في هذه المصفوفة. ويبين الجدول (1) مجموعة مواصفات خاصة بالديسدروميتر المستخدم.

جدول 1 مواصفات الديسدروميتر المستخدم

الشركة الصانعة:	OTT Hydrology
مساحة القياس:	54 cm^2
مجال حساسية الجهاز لأقطار الحبات الهاطلة:	0.2–25 mm
مجال حساسية الجهاز لسرعات الحبات الهاطلة:	0.2–20m/sec
مجال حساسية الجهاز لشدة الهطول:	0.001 – 1200 mm/h
الارتياب في حساب شدة الهطول:	5%

2– معالجة البيانات:

تم تجميع البيانات وصياغتها بالشكل الملائم للمعالجة في بيئة التطوير التفاعلية RStudio والتي تعتمد الإصدار R. 2.12.2. جدير بالذكر أن R هو لغة وبيئة للتحليل الإحصائي والرسوميات تم بواسطته تحليل البيانات الضخمة المستخدمة في هذه الدراسة و عرض النتائج حيث تم كتابة سلاسل من الأوامر باستخدام هذه اللغة لتنفيذ الخطوات التالية:

- تصفية البيانات بغرض إزالة الحوادث غير المطرية:

تم في هذه الخطوة عزل الفترات التي سجل فيها هطولات ثلجية أو جليدية بالاعتماد على بيانات إدارة البيانات المناخية في ألمانيا، كما تم عزل الفترات التي أظهرت تسجيلات غير مطرية في بيانات الديسدروميتر وهي ناتجة عن مرور الحشرات أو الطيور أو اهتزاز خيوط العناكب بين طرفي الديسدروميتر.

- حساب عدد حبات المطر الكلي لكل خطوة زمنية وحساب حجم الهطول المقابل لها.
- تطبيق أربعة تعاريف لمفهوم الهطول المطري على البيانات.
- انتاج وصف إحصائي ورسومي لنتائج التعاريف الأربعة لتسهيل عملية المقارنة.

3– تعاريف هامة:

- الخطوة الزمنية (Interval): هي الفترة الزمنية بين قراءتين متتاليتين للجهاز وتعتمد على الحساسية الزمنية "Temporal resolution" الصغرى لأجهزة القياس المستخدمة.
- عدد حبات المطر الهاطلة في الخطوة الزمنية :"INOD "Interval Number Of Drops :

عدد حبات المطر الهاطلة ضمن مساحة قياس الديسدروميتر خلال 10 دقائق، وتعطى بالعلاقة:

$$INOD = \sum_{Db=1}^{32} \sum_{Vb=1}^{32} N_{Db*Vb}$$

حيث:

N_{Db*Vb}: عدد حبات المطر الهاطلة في الجزء $Db * Vb$ من مصفوفة الديسدروميتر

Db: رقم مجال قياس القطر ضمن مصفوفة الديسدروميتر

Vb: رقم مجال قياس السرعة ضمن مصفوفة الديسدروميتر

➢ كمية المطر الهاطلة خلال الخطوة الزمنية "Interval Rain Amount" :IRA :

مجموع نواتج ضرب حجم حبات المطر المحسوبة تبعا للموقع في مصفوفة الديسدروميتر "بناءً على قطر الحبة" بعدد الحبات الهاطلة خلال 10 دقائق والواقعة في نفس الموقع من مصفوفة الديسدروميتر وذلك لكل خلية من خلايا المصفوفة.

$$IRA = \sum_{Db=1}^{32} \sum_{Vb=1}^{32} RA_{Db*Vb}$$

حيث:

$$RA_{Db*Vb} = N_{Db*Vb} * \frac{\pi}{6} * D^3 * 0.000185185$$

RA_{Db*Vb}: المحتوى المائي في القطرة الواقعة في الجزء $Db * Vb$ من مصفوفة الديسدروميتر

D: قطر الكرة المكافئة حجمياً لوسطي حجم حبات المطر الهاطلة في مجال القطر Db

➢ شدة الهطول خلال الخطوة الزمنية "Interval Rain Rate" :IRR :

كمية الهطول خلال الخطوة الزمنية مقسومة على زمن الخطوة الواحدة "عشرة دقائق"

IRR = 60 * (IRA / 10)

➢ زمن الهطول المطري Event Duration: مجموع الخطوات الزمنية التي تحقق تعريف حادث الهطول المطري.

➢ عدد القطرات الهاطلة خلال حادث الهطول المطري ENOD: Event Number of Drops :

مجموع عدد حبات المطر الهاطلة ضمن مجال قياس الديسدروميتر طوال فترة الحادث المطري.

$$ENOD = \sum_{t=st}^{en} INOD$$

حيث:

st: لحظة بدء الحادث المطرية

en: لحظة انتهاء حادث الهطول المطري

4- التعاريف المعتمدة لحادث الهطول المطري:

بالاعتماد على البيانات والأدوات المستخدمة في تجميعها ومراجعة الأساليب المعتمدة لتعريف الحادث المطري في أبحاث أخرى تم اعتماد عدد من الأسس لتحديد تعريف الحادث المطري وهي كالتالي:

- كثافة تسجيل القراءات التي يمكن لأجهزة القياس تأمينها: الكثافة الأقل كانت قراءة واحدة كل عشر دقائق تم تسجيلها باستخدام مقياس الهطول المطري في محطة القياس، وبناء على ذلك تم تجميع بيانات الديسدروميتر وضبطها للتوافق مع بيانات محطة القياس.
- العدد الكلي لقطرات المطر المسجلة في الديسدروميتر في الفاصل الزمني.
- العدد الكلي لقطرات المطر المسجلة في الديسدروميتر في حادث الهطول المطري الواحد.
- قدرة الديسدروميتر على تسجيل شدة الهطول الدنيا 0.001 مم في الساعة.
- حساسية مقياس الهطول المطري 0.1 مم.
- الزمن الأصغر لانقطاع الهطول MIT.

بدمج عدة أسس مع بعضها تم الحصول على أربعة تعاريف لحادث الهطول المطري:

- التعريف الأول:

الخطوة الزمنية تنتمي إلى حادث الهطول المطري إذا كان عدد قطرات المطر الهاطلة المقاسة أكبر من 500 في الخطوة الزمنية أي أكثر من 50 قطرة في الدقيقة ضمن مساحة قياس الديسدروميتر وباعتبار MIT أكبر من 30 دقيقة.

- التعريف الثاني:

انطلاقا من التعريف الأول مع إضافة 20 دقيقة قبل و 20 دقيقة بعد الفترات التي تحقق الشرط الأول. هذا الشرط كان كفيلاً بإلغاء شرط MIT.

- التعريف الثالث:

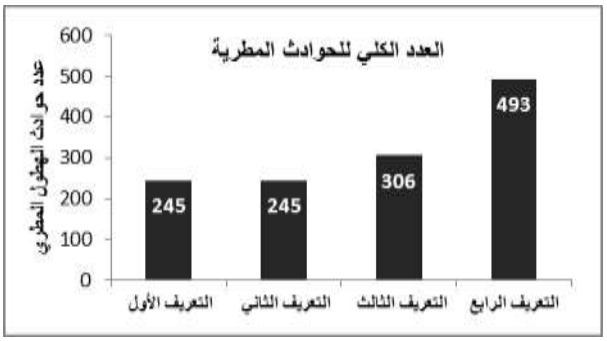
بالاعتماد على حساسية الديسدروميتر كل خطوة زمنية تتضمن شدة هطول أكبر من 0.001 مم في الساعة وبشرط توفر عدد قطرات مطر يزيد على 500 لحادث الهطول المطري.

- التعريف الرابع :

بالاعتماد على حساسية مقياس الهطول التقليدي، كل تتالي قياسات تم تسجيلها باستخدام مقياس الهطول المطري المكيالي تم عده حادثاً مستقلاً للهطول المطري.

النتائج والمناقشة:

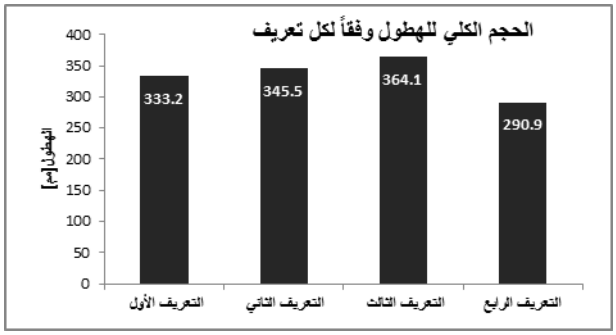
عند إجراء مقارنة بين التعاريف الأربعة من حيث العدد الكلي لحوادث الهطول (شكل 4) من الواضح أن التعريفين الأول والثاني لم يختلفا في العدد الكلي للأحداث المطرية والاختلاف الوحيد كان من حيث زمن كل حادث هطول مطري.



شكل 1 مقارنة التعاريف الأربعة تبعاً للعدد الكلي لحوادث الهطول المطري المميزة.

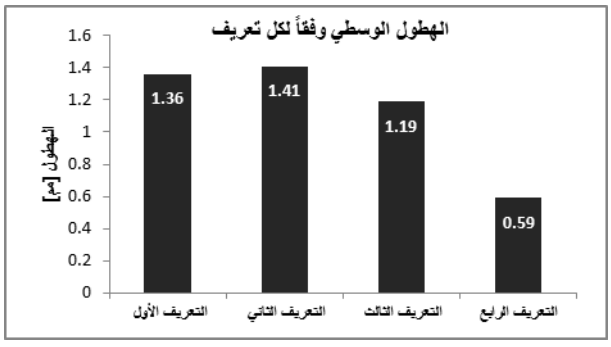
يظهر التعريف الثالث عدداً أكبر من الحوادث المطرية بسبب حساسيته العالية أما التعريف الرابع فقد تضمن عدداً أكبر من الحوادث المطرية بالرغم من أن حساسيته الأقل للهطول والسبب في ذلك أن بعض الهطولات التي تمتد لفترات طويلة لا تمتلك شدة هطول كافية لجعل المقياس التقليدي قادراً على تسجيل بشكل مستمر كل عشرة دقائق مما يجعل التعريف يقسم الحادث المطري الواحد الذي تم تسجيله وفقاً للتعريف الثالث إلى عدة حوادث هطول مطري في التعريف الرابع. و بمعنى آخر فإن الديسدروميتر يستمر بعدّ القطرات وتسجيل حوادث الهطول المطري ذات الشدة الأقل من 0.01 مم/دقيقة بينما يحتاج المقياس التقليدي فترة أطول من عشر دقائق ليمتلئ ويسجل القراءة.

عند النظر إلى الحجم الكلي للهطولات (شكل5) الذي تم تسجيله نلاحظ أن التعريف الثاني تضمن الرقم الأكبر مقارنة بالتعريف الأول وذلك منطقي بالنظر إلى أن كل حادث هطول مطري تم تسجيله في التعريف الأول تم تمديده لمدة 40 دقيقة وفقاً للتعريف الثاني وبالتالي فإن العدد القليل من القطرات الساقطة قبل حادث الهطول المطري وبعده وفق التعريف الأول يتم اعتبارها من حادث الهطول المطري وفق التعريف الثاني. سجل التعريف الثالث أعلى قيمة كلية للهطول المطري نتيجة لحساسيته العالية أما التعريف الرابع فقد سجل القيمة الأدنى نتيجة لحساسيته المنخفضة.

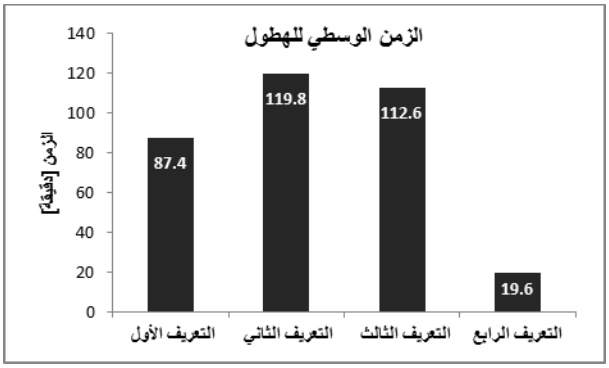


شكل 2 مقارنة التعاريف الأربعة تبعاً للحجم الكلي لحوادث الهطول المطري المميزة

بمقارنة كمية الهطول الوسطية في حادث الهطول المطري الواحد وفقاً للتعاريف الأربعة (شكل6) تم الحصول على قيم عالية في التعريف الأول والثاني وقيم أقل بقليل وفق التعريف الثالث والسبب هو تسجيل عدد أكبر من حوادث الهطول المطري ذات الشدة المنخفضة وفق التعريف الثالث أما التعريف الرابع فقد سجل قيماً أقل نتيجة لتقسيم حوادث الهطول المطري ذات الشدة المنخفضة كما تم شرحه سابقاً. بالنظر إلى مدة الهطول الوسطية (شكل7) لكل تعريف من المهم الانتباه إلى قصر الفترة الوسطية المسجلة وفق التعريف الرابع مما يعني أن معظم حوادث الهطول المطري التي تم تسجيلها باستخدام المقياس كانت ذات فترات قصيرة وعدد كبير منها يمتد لخطوة زمنية واحدة فقط.



شكل 3 مقارنة التعاريف الأربعة تبعاً لوسطي حجم الهطول المقاس

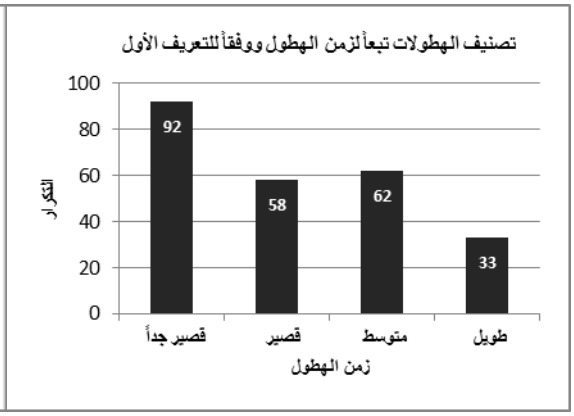


شكل 4 مقارنة التعاريف الأربعة تبعاً للزمن الوسطي لحادث الهطول المطري

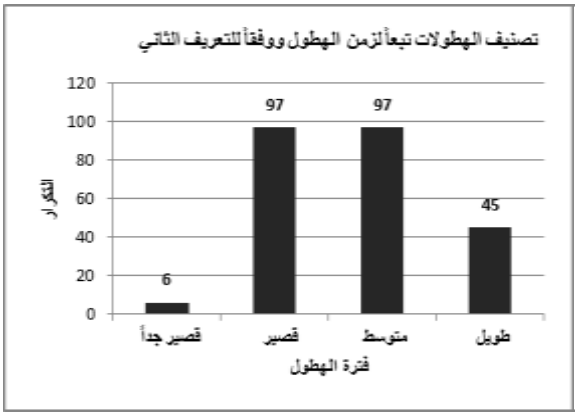
للتركيز أكثر في موضوع زمن الهطول وفق كل تعريف تم تقسيم فترات الهطول إلى أربعة مجالات لمقارنة زمن الهطول:

- قصير جداً 10–20 دقيقة
- قصير 30–60 دقيقة
- متوسط 1–3 ساعة
- طويل أكبر من 3 ساعة

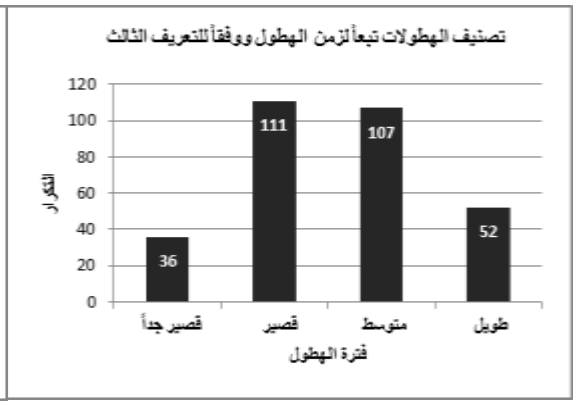
بتطبيق هذه المجالات على الفترات الزمنية للهطول المستنتجة وفق التعاريف الأربع حصلنا على الأشكال 8–9–10–11:



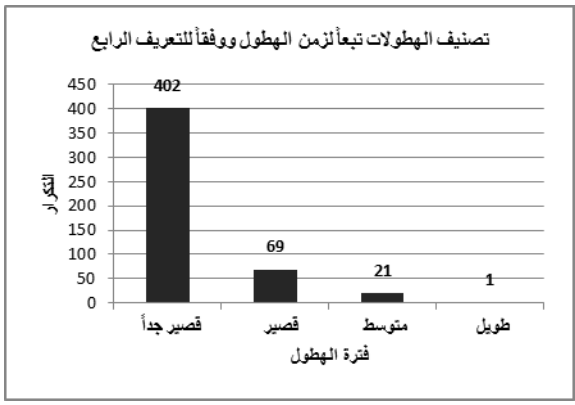
شكل 5 تصنيف هطولات التعريف الأول تبعاً لزمن الهطول



شكل 6 تصنيف هطولات التعريف الثاني تبعاً لزمن الهطول



شكل 8 تصنيف هطولات التعريف الثالث تبعاً لزمن الهطول



شكل 7 تصنيف هطولات التعريف الرابع تبعاً لزمن الهطول

من الواضح أن معظم حوادث الهطول المطري القصيرة جداً وفق التعريف الأول (شكل8) أصبحت قصيرة في التعريف الثاني (شكل9) وذلك بسبب تمديد كل حادث هطول مطري لفترة 40 دقيقة إضافية. أما السبب في عدم الحصول على القيمة صفر لعدد حوادث الهطول المطري القصيرة جداً في التعريف الثاني هو أنه عند تمديد حادث الهطول 40 دقيقة إضافية "20 قبل و20 بعد حادث الهطول المطري" وفي حال عدم وجود أي قطرة مطر مسجلة خلال هذه الفترة يتم إلغاء تمديد حادث الهطول المطري والحفاظ عليه بمدته الأصلية.

يظهر (الشكل11) أن معظم حوادث الهطول المطري المسجلة وفق التعريف الرابع كانت عواصف قصيرة جداً نتيجة ضعف حساسية المقياس المكيالي عندما تكون شدات الهطول ضعيفة وميله إلى تقسيم هذه الحوادث التي قد تكون طويلة نسبياً (حسب التعريف الأول والثاني والثالث) إلى عدد كبير من حوادث الهطولات المطرية القصيرة جداً.

نتيجة المقارنة بين التعاريف الأربعة نجد أن التعريف الرابع كان الأسوأ نتيجة حساسيته الضعيفة جداً مقارنة بالتعاريف التي استغلت حساسية الديسدروميتر العالية. أما التعريف الأول فيؤخذ عليه إهمال جزء هام من الهطول الكلي تم لحظه وفق التعريفين الثاني والثالث.

كان التعريف الثاني شديد القرب من التعريف الثالث من حيث حجم الهطول الكلي والهطول الوسطي لحادث الهطول المطري، إلا أنه كان غير قادرٍ على لحظ حوادث الهطول المطري ذات فترات الهطول القصيرة جداً (شكل9).

ويتضح بالتالي أن التعريف الثالث هو الأفضل بين التعاريف الأربعة بناء على طبيعة التجهيزات المتوفرة.

الاستنتاجات والتوصيات:

1. يقترح البحث اعتماد تعريف حادثة الهطول المطري في حال توفر القائس الليزري كما يلي: "يبدأ حادث الهطول المطري عندما ترتفع شدة الهطول فوق 0.001 mm/h وينتهي عندما تنخفض شدة الهطول عن 0.001 mm/h بشرط أن يبلغ عدد القطرات الكلي المسجل عدداً أكبر من 500 قطرة على مساحة قياس الديسدروميتر خلال الفترة الكلية لحادث الهطول المطري"

2. يتوجب التنبه إلى تحديد الغاية من الأبحاث المستقبلية التي تتعلق بخصائص الهطول المطري ومعرفة مدى تأثير تعريف حادث الهطول المطري في العوامل المدروسة، ومن الضروري تحديد التعريف المعتمد لحادث الهطول المطري وفقاً لهذه الأبحاث.

3. من المفيد كذلك اقتراح مجموعة معايير إضافية لتحديد تعريف حادث الهطول المطري بغرض تحسين التعريف المقترح وفق هذا البحث وإجراء المقارنة اللازمة.

4. من المفيد البحث في آلية ملائمة لاستخدام سلاسل البيانات المسجلة سابقاً باستخدام أجهزة قياس الهطول التقليدية ومعالجتها لتصبح قابلة للاستخدام وفقاً لهذا التعريف.

5. قد يكون من المفيد في بعض الدراسات الاستغناء عن مفهوم حادث الهطول المطري والاقتصار على تجميع الخصائص المطلوبة من الخطوة الزمنية للقياس مباشرة كما هو الحال مثلاً عند الرغبة بالحصول على كمية الهطول الكلي لحساب الموازنة المائية لمنطقة ما.

6. إن هذا التعريف لا ينتقص من أهمية الأبحاث السابقة التي تعتمد مفاهيم أخرى لحادث الهطول المطري كما أنه من الضروري التوسع في الأبحاث التي تتناول مفهوم الحادث المطري عند عدم توفر أجهزة قياس ذات حساسية عالية.

المراجع:

[1] Salles, C.; Poesen, J.; Sempere-Torres, D. *Kinetic energy of rain and its functional relationship with intensity*. Journal of Hydrology, 257 (1-4), 2002, p: 256–270.

[2] Checa, R.; Tapiador, F. J. *A Maximum Entropy Modelling of the Rain Drop Size Distribution*. In ENTROPY 13 (2), 2011, p: 293–315.

[3] Acreman, M. C. *A simple stochastic model of hourly rainfall for Farnborough, England*. In Hydrological Sc. *J* 35 (2), 1990, p: 119–148.

[4] Dunkerley, D. *Identifying individual rain events from pluviograph records: a review with analysis of data from an Australian dryland site*. In HYDROL PROCESS 22, 2008, p: 5024–5036.

[5] Ignaccolo, M.; Michele, C. *A point based Eulerian definition of rain event based on statistical properties of inter drop time intervals: An application to Chilbolton data*. In ADV WATER RESOUR 33, 2010, pp. 933 – 941.

[6] Glickman, T. S. Glossary of meteorology. 2nd ed., Boston, Mass :American Meteorological Society, 2000. Available online at: http://catdir.loc.gov/catdir/enhancements/fy1105/2001271658-d.html.

[7] Nemeth, K.; Hahn, J.M. *Enhanced precipitation identifier and new generation of present weather sensor by OTT Messtechnik, Germany*. In., MO/CIMO Technical Conference 2005, WMO IOM Report No.82, WMO/TD-No 1265 , Geneva.

[8] Lüpke, M. Advanced precipitation measurement under canopy influence، Master Thesis, Munich. 2011.